



TUGAS AKHIR - TF145565

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING
JARAK JAUH PADA PLANT PURIFIKASI BIOGAS
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

**OKKE ILMI SAPUTRA
NRP. 2414 031 058**

**Dosen Pembimbing
Andi Rahmadiansah, ST.MT**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT - TF145565

**DESIGN REMOTE MONITORING SYSTEM ON
BIOGAS PURIFICATION PLANT BASED
INTERNET OF THINGS**

**OKKE ILMI SAPUTRA
NRP. 2412 031 058**

**Supervisor
Andi Rahmadiansah, ST.MT**

**STUDY PROGRAM D3 INSTRUMENTATION ENGINEERING
DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING
Faculty of Vocation
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017**

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING JARAK
JAUH PADA PLANT PURIFIKASI BIOGAS BERBASIS
*INTERNET OF THINGS***

TUGAS AKHIR

Oleh :

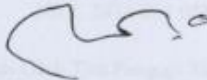
Okke Ilmi Saputra

NRP. 2412 031 058

Surabaya, 10 Juni 2017

Mengetahui/Menyetujui

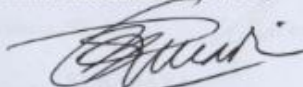
Pembimbing I



Andi Rahmadiansah, ST.MT

NIP. 19790517 200312 1 002

**Kepala Departemen
Teknik Instrumentasi FV-ITS**



Dr. Ir.Purwadi Agus D., M.Sc

NIP. 19620822 198803 1 001

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING JARAK
JAUH PADA PLANT PURIFIKASI BIOGAS BERBASIS
INTERNET OF THINGS**




TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada Bidang Studi Rakayasa Instrumentasi
Program Studi D3 Teknik Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Okke Ilmi Saputra
NRP. 2414 031 058

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Andi Rahmadiansah, ST, MT ...(Pembimbing)
2. Ir. Tutug Dhanardono, MT(Ketua Penguji)
3. Hendra Cordova, ST, MT ...(Penguji II)
4. Arief Abdurakhman, ST, MT ...(Penguji III)

SURABAYA
26 Juli 2017

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING JARAK JAUH PADA PLANT PURIFIKASI BIOGAS BERBASIS INTERNET OF THINGS

Nama Mahasiswa : Okke Ilmi Saputra
NRP : 2412 031 058
Jurusan : Teknik Instrumentasi FV-ITS
Dosen Pembimbing : Andi Rahmadiansah, ST.,MT

Abstrak

Perkembangan teknologi saat ini sangatlah pesat, termasuk dalam bidang monitoring sebuah plant. Monitoring yang dahulunya hanya dapat dilakukan dengan mendatangi plant tersebut dan hal itu kurang efektif. Oleh karena itu pengembangan sistem monitoring jarak jauh untuk sebuah plant sangat diperlukan karena efisien dan tidak perlu mendatangi plant langsung dan dapat digunakan semua orang. Dalam penelitian ini dirancang sebuah system monitoring jarak jauh pada plant purifikasi biogas berbasis *internet of things* yang memanfaatkan komunikasi serial antara sebuah mikrokontroler dan sebuah SBC (*single board computer*) dengan menggunakan komunikasi serial dan disimpan dalam sebuah database dan dapat diakses melalui sebuah smartphone android sehingga didapatkan selisih keterlambatan sebesar 8 detik antara tampilan di android dan di plant itu sendiri sehingga dapat memudahkan sang pemilik plant apabila pemilik tidak dapat melakukan monitoring secara langsung pada plant.

Kata kunci : *Purifikasi Biogas, Monitoring Jarak Jauh Internet Of things, Raspberry Pi*

DESIGN REMOTE MONITORING SYSTEM ON BIOGAS PURIFICATION PLANT BASED INTERNET OF THINGS

Name : Okke Ilmi Saputra

NRP : 2414 031 058

Department : Teknik Instrumentasi-ITS

Supervisor : Andi Rahmadiansah, ST.,MT

Abstract

The current technological development is very rapidly, including in the areas of monitoring of a plant. Monitoring that formerly could only be done with the plant and go to it less effective. Therefore the development of remote monitoring system for a plant is very necessary because it is efficient and does not need to come to the plant immediately and can use everyone. In this study designed a remote monitoring system on biogas purification plant-based internet of things that makes use of serial communications between a microcontroller and an SBC (single board computer) by using serial communications and stored in a database and can be accessed through an android smartphone that can make it easier for the owner of the plant if the owner is not able to perform monitoring directly on the plant.

Keywords: Biogas purification, Remote Monitoring of Internet Of things, Raspberry Pi

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir yang berjudul ” **RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING JARAK JAUH PADA PLANT PURIFIKASI BIOGAS BERBASIS *INTERNET OF THINGS***” dapat diselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini dikerjakan sebagai salah satu syarat kelulusan pada Departemen Teknik Instrumentasi FV , ITS. Tugas akhir ini tidak akan terwujud tanpa bantuan, dukungan, doa serta dorongan semangat dari semua pihak. Oleh karena itu, terima kasih diucapkan kepada :

1. Bapak Dr. Ir.Purwadi Agus Darwito. , M.Sc selaku Kepala Departemen Teknik Instrumentasi FV-ITS.
2. Bapak Andi Rahmadiansah, ST.,MT dan bapak Arief Abdurrahman, ST.,MT selaku dosen pembimbing yang telah sabar dalam memberikan dukungan, bimbingan dan arahan sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Totok Ruki Biyanto, Ph.D selaku kepala Laboratorium Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol atas segala saran dan perijinan pemakaian fasilitas di Laboratorium untuk penyelesaian tugas akhir.
4. Bapak Andi Rahmadiansah ST. MT selaku kepala laboratorium simulasi dan komputasi atas segala saran dan perijinan pemakaian fasilitas di Laboratorium untuk penyelesaian tugas akhir.
5. Kedua orangtua serta seluruh keluarga atas dukungan, doa, serta semangat tiada henti sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.
6. Seluruh Keluarga Admin Laboratorium Simulasi dan Komputasi E205 Teknik Fisika ITS atas segala bantuan dan fasilitas yang disediakan selama ini dan telah membantu dan memberi masukan teknis maupun non teknis untuk kelancaran pelaksanaan tugas akhir ini.

7. Tim Purifikasi biogas karena telah bersama-sama merealisasikan kegiatan tugas akhir ini.
8. Dr.rer.nat.Ir Aulia Muhammad Taufiq Nasution, M.Sc selaku dosen wali atas bimbingan dan arahnya selama ini.
9. Seluruh dosen Teknik Fisika dan Teknik Instrumentasi ITS yang telah membagikan ilmunya semasa perkuliahan khususnya dosen Rekayasa Bahan.
10. Angkatan 2014 D3 Teknik Instrumentasi dan S1 Teknik Fisika ITS (Tree Fortress) atas kebersamaan dan dukungan moril maupun non-moril selama pengerjaan tugas akhir ini..
11. Teman-teman “Kontrakan WC Outdoor” atas kebersamaan dan dukungannya selama 3 tahun ini.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dalam penyusunan tugas akhir ini disadari masih ada kekurangan karena sesungguhnya kesempurnaan hanya ada pada Tuhan Yang Maha ESA. Oleh sebab itu, diharapkan kritik dan saran yang membangun untuk dapat meningkatkan kualitas dan perbaikan lebih lanjut. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Surabaya, 19 Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI	
TUGAS AKHIR	v
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 <i>Biogas</i>	5
2.2 <i>Scrubber</i>	6
2.3 <i>Internet Of Things</i>	7
2.4 <i>Raspberry Pi 3</i>	9
2.6 Sistem Operasi Debian	11
2.7 Mikrokontroler ATmega128.....	13
BAB III METODOLOGI	19
3.1 Studi Literatur	20
3.2 Identifikasi dan Pemodelan Sistem	21
3.4 Pembuatan Hardware dan Software	21
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1. Rancang Bangun Alat	25
4.2. Pengujian <i>Hardware</i> Monitoring Jarak Jauh	25
4.3. Pengujian <i>Software</i> Monitoring Jarak Jauh	26
4.4. Pengujian Pada Aplikasi Smartphone Android	27

4.7. Pembahasan.....	31
BAB V KESIMPULAN.....	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Prinsip Kerja Dry Scrubber	6
Gambar 2.2	Prinsip Kerja <i>Water Scrubber</i>	7
Gambar 2.3	Raspberry Pi 3 Model B (Molloy, 2016).....	9
Gambar 2.4	Skema dari Raspberry Pi	10
Gambar 2.5	Logo Debian (Debian, 2017)	12
Gambar 2.6	Port Pada Raspberry Pi	15
Gambar 2.7	Logo Android.....	18
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian Tugas Akhir	19
Gambar 3.2	Diagram Blok Monitoring Jarak Jauh	20
Gambar 3.3	Plant Purifikasi Biogas	20
Gambar 3.4	ATMega128 dan Raspberry Pi	21
Gambar 3.5	OS Raspbian pada Raspberry Pi	22
Gambar 4.1	Penggabungan ATMega dengan RaspberryPi	25
Gambar 4.2	Tampilan Desktop Raspberry Pi di dalam software VNC Viewer	26
Gambar 4.3	Program untuk mengupload data dari serial ke database.....	26
Gambar 4.4	Hasil Program saat dijalankan	27
Gambar 4.5	Database tempat data dari hasil pembacaan serial disimpan.....	27
Gambar 4.6	Hasil tampilan data pada ponsel android	28
Gambar 4.7	Grafik Pembacaan Pressure Pada Tangki 1 Terhadap Waktu Pada Plant	28
Gambar 4.8	Grafik Pembacaan Pressure Pada Tangki 1 Terhadap Waktu Pada Aplikasi Android.....	29
Gambar 4.9	Grafik Hysteresis <i>Humidity</i>	30

DAFTAR TABEL

Tabel 4.3 Data Pengukuran <i>Humidity</i> Naik dan Turun	29
Tabel 4.4 Data kalibrasi <i>Temperature</i>	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini cadangan energi fosil sudah semakin menipis dan pencarian sudah sangat sulit dilakukan, bahkan diprediksi 2030 kita akan betul-betul menjadi nett importer energi (Kementerian ESDM, 2012). Sedangkan pertumbuhan konsumsi energi Indonesia lebih tinggi dibandingkan pertumbuhan konsumsi dunia, Berdasarkan data Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (Ditjen EBTKE) disebutkan dalam beberapa tahun terakhir pertumbuhan konsumsi energi Indonesia mencapai 7 persen pertahun sementara pertumbuhan konsumsi energi dunia hanya 2,6 persen pertahun. Berdasarkan kondisi tersebut, maka Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia merencanakan pada tahun 2025 peran energi terbarukan mencapai 17% dari total bauran energi primer. Salah satu energi terbarukan yang terdapat di Indonesia adalah biogas dengan skala rumah tangga, namun masih banyak gas polutan yang terkandung di dalam produk biogas tersebut.

Biogas telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia khususnya pada daerah peternakan sapi karena dapat menjadi sumber alternative, lebih dari 70.000 orang Indonesia telah mendapatkan manfaat dari 14.173 reaktor biogas rumah (BIRU) yang terbangun sampai dengan awal tahun 2015 (Dirjen EBTKE, 2015). Provinsi Jawa Timur merupakan provinsi dengan jumlah reaktor BIRU terbanyak secara nasional, yaitu sebesar 6.937 unit (Dirjen EBTKE, 2015). Pada 6 ribu lebih jumlah reaktor biogas yang ada di Jawa Timur tersebut, sekitar 95% tidak memiliki instalasi pemurnian gas untuk produk biogas (Paguyuban KUD Jawa Timur, 2015). Wilayah Nongkojajar, Pasuruan merupakan salah satu penyumbang reaktor terbesar di Jawa Timur, dan di daerah tersebut komposisi biogasnya masih mengandung gas polutan berupa CO₂ sebesar 26,93% dan H₂S sebesar 41,76 ppm (Abdurrahman, 2013). Kondisi ini akibat dari tidak adanya sistem purifikasi yang ada di biogas, sehingga dapat berdampak pada

terancamnya kesehatan masyarakat pengguna biogas dan berkurangnya kualitas pembakaran.

Internet of Things (IoT) diperkenalkan pertama kali oleh Asthon (2009) di 1999. IoT dapat dijelaskan sebagai 1 set things yang saling terkoneksi melalui internet. Things disini dapat berupa tags, sensor, manusia dll. IoT berfungsi mengumpulkan data dan informasi dari lingkungan fisik (environment), data-data ini kemudian akan diproses agar dapat dipahami maknanya. Kemampuan dari IoT untuk saling berkomunikasi ini membuat IoT dapat diterapkan di segala bidang. Di bidang kesehatan (Lopez, 2013), sensor IoT dapat digunakan untuk memonitor kondisi pasien, sehingga kondisi pasien tetap terpantau selama 24 jam. Di bidang pertanian, IoT dapat digunakan sebagai sensor untuk memonitor kondisi tanah, suhu dan kelembapan yang penting bagi tanaman.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

- Bagaimana melakukan rancang bangun alat monitoring jarak jauh pada plant purifikasi biogas.
- Bagaimana melakukan rancang bangun monitoring jarak jauh pada plant purifikasi biogas.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dalam pengerjaan tugas akhir ini ada dua macam, yaitu :

- Melakukan rancang bangun alat yang digunakan untuk memonitoring dari jarak jauh plant purifikasi biogas.
- Melakukan rancang bangun alat yang dapat memonitoring dari jarak jauh pada plant purifikasi biogas.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batas ruang lingkup dari penelitian tugas akhir ini yaitu hanya membahas mengenai sistem monitoring jarak jauh pada plant purifikasi biogas.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Biogas

Biogas mulai berkembang sejak abad 17 di Perancis. Biogas sendiri merupakan gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik dalam kondisi anaerobik atau minim oksigen. Bahan-bahan organik tersebut diantaranya bisa berupa daun-daun yang telah membusuk, kotoran manusia, kotoran ternak, dan masih banyak lagi selama masih tergolong bahan organik. Di Indonesia bahan organik untuk biogas yang paling banyak digunakan adalah dari kotoran hewan karena masih banyaknya peternakan. Sehingga potensi peternakan di Indonesia selain untuk kebutuhan pangan, juga bisa untuk pengembangan sumber daya terbarukan seperti biogas.

Biogas merupakan gas yang sangat mudah terbakar. Unsur-unsur utama biogas diantaranya metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), beberapa unsur lain seperti amonia (NH_3), hidrogen sulfida (H_2S), karbon monoksida (CO), hidrogen (H_2), nitrogen (N_2), dan oksigen (O_2). Komposisi biogas yang dihasilkan dari pencernaan anaerobik biasanya sekitar 60 - 70 % CH_4 , sekitar 30 - 40% CO_2 , kurang dari 1% N_2 , dan sekitar 10 - 2000 ppm H_2S (Osorio & Torres, 2009). Biogas mudah terbakar karena kandungan gas metana didalamnya. Gas metana memiliki nilai kalor yang tinggi. Untuk gas metan murni (100 %) mempunyai nilai kalor 8900 Kkal/m³. Ketika dibakar 1 ft³ gas bio menghasilkan sekitar 10 BTU (2,52 Kkal) energi panas per persentase komposisi metan (Harahap, 1978).

Biogas memiliki berbagai keunggulan dibanding dengan bahan bakar lain. Biogas lebih ramah lingkungan karena tidak seperti bahan bakar dari fosil yang jika dilakukan pembakaran menghasilkan gas CO_2 . Sampah-sampah organik yang dibiarkan membusuk bisa menjadi gas metana yang berbahaya jika langsung lepas ke udara, sehingga dengan pemanfaatannya sebagai biogas bisa menekan polusi udara yang ditimbulkan oleh gas metana.

Selain itu, dengan memanfaatkan kotoran hewan peternakan sebagai biogas, otomatis dapat menambah penghasilan para peternak atau bisa mensejahterakan hidup para peternak dengan memanfaatkan biogas tersebut sendiri.

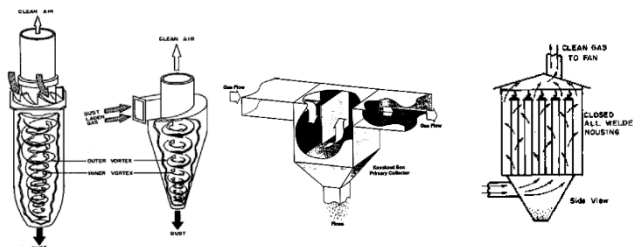
2.2 Scrubber

Dahulu scrubber merupakan bagian dari alat pengontrol polusi yang menggunakan liquid untuk membuang gas yang tidak dibutuhkan. Namun sekarang penggunaan scrubber lebih berkembang untuk memasukkan bahan aktif kedalam arus gas untuk ‘mencuci’ gas asam. Sehingga scrubber lebih dipergunakan sebagai pengontrol emisi gas asam.

Terdapat 2 jenis scrubber yaitu Dry Scrubber dan Wet Scrubber. Perbedaan dari kedua jenis scrubber tersebut yaitu penggunaan fluida cair serta pengendalian temperaturnya.

2.2.1 Dry Scrubber

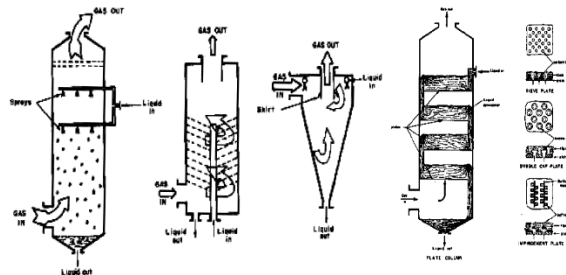
Dry Scrubber merupakan pengontrol polusi yang berlangsung dalam proses kering sehingga penggunaannya lebih banyak untuk partikel padat. Hal ini juga disebabkan karena dalam proses kerja Dry Scrubber hanya bisa memproses emisi padat seperti fly ash (partikel padat). Proses kerja dari Dry Scrubber tidak banyak berpengaruh terhadap pengendalian gas karena hanya fokus dalam pengendalian partikel padat. Prinsip kerjanya yaitu dengan mengendalikan aliran gas yang mengandung partikel padat.



Gambar 2.1 Prinsip Kerja Dry Scrubber

2.2.2 Water Scrubber

Sesuai dengan namanya, Water Scrubber menggunakan fluida cair pada proses kerjanya. Kebanyakan fluida yang digunakan adalah air. Hal inilah yang menjadi perbedaan antara Dry Scrubber dengan Wet Scrubber. Penggunaan fluida tersebut memberi kelebihan pada sistem Water Scrubber karena dapat mengontrol gas yang dapat larut seperti Sox, NOx, H₂S, yang pada Dry Scrubber polutan tersebut tidak dapat dikontrol dengan baik. Kelebihan yang lain yaitu kontrol temperatur karena pada sistem Water Scrubber terjadi penggabungan 2 jenis fluida yang berbeda temperaturnya. Untuk cara kerja Water Scrubber lebih efisien dibandingkan Dry Scrubber karena mampu menangkap partikel dalam bentuk kecil serta dapat mengikat gas. Cara kerjanya yaitu mengalirkan fluida cair pada aliran gas sehingga langsung difiltrasi oleh fluida cair tersebut.



Gambar 2.2 Prinsip Kerja Water Scrubber

2.3 Internet Of Things

Internet of Thing (IoT) adalah sebuah konsep dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. IoT telah berkembang dari konvergensi teknologi nirkabel, micro-electromechanical systems (MEMS), dan Internet. A Things pada Internet of Things dapat didefinisikan sebagai subjek misalkan orang dengan monitor implan jantung,

hewan peternakan dengan transponder biochip, sebuah mobil yang telah dilengkapi built-in sensor untuk memperingatkan pengemudi ketika tekanan ban rendah. Sejauh ini, IoT paling erat hubungannya dengan komunikasi machine-to-machine (M2M) di bidang manufaktur dan listrik, perminyakan, dan gas. Produk dibangun dengan kemampuan komunikasi M2M yang sering disebut dengan sistem cerdas atau smart (IDCloudHost, 2016).

Penelitian pada IoT masih dalam tahap perkembangan. Oleh karena itu, tidak ada definisi dari IoT. Berikut adalah beberapa definisi alternatif dikemukakan untuk memahami IoT, antara lain menurut Ashton pada tahun 2009 definisi awal IoT adalah Internet of Things memiliki potensi untuk mengubah dunia seperti pernah dilakukan oleh internet, bahkan mungkin lebih baik. Pernyataan tersebut diambil dari artikel sebagai berikut, hari ini komputer dan manusia, hampir sepenuhnya tergantung pada internet untuk segala informasi yang semua terdiri dari sekitar 50 petabyte (satu petabyte adalah 1.024 terabyte) data yang tersedia pada internet dan pertama kali digagas dan diciptakan oleh manusia. Dari mulai magnetik, menekan tombol rekam, mengambil gambar digital atau memadai kode bar. Diagram konvensional dari internet meninggalkan router menjadi bagian terpenting dari semuanya. Masalahnya adalah orang memiliki waktu, perhatian dan akurasi terbatas. Mereka semua berarti tidak sangat baik dalam menangkap berbagai data tentang hal di dunia nyata. Dari segi fisik dan begitu juga lingkungan kita. Gagasan dan informasi begitu penting, tetapi banyak lagi hal yang penting. Namun teknologi informasi saat ini sangat tergantung pada data yang berasal dari orang-orang sehingga komputer kita tahu lebih banyak tentang semua ide dari hal-hal tersebut.

Istilah Internet of Things (IoT) dan cyber-physical systems (CPS) digunakan secara luas untuk menggambarkan perluasan web dan internet ke dunia nyata, dengan koneksi perangkat embedded yang terdistribusi. Saat ini, sebagian besar internet adalah Internet of People, sedangkan konsep Internet of Things membayangkan bahwa jika sensor dan aktuator dapat dihubungkan melalui internet

maka keseluruhan rangkaian aplikasi baru dan layanan mungkin dilakukan (Molloy, 2016).

2.4 Raspberry Pi 3

Raspberry Pi adalah sebuah SBC (single board computer) yang berukuran mini yang dikembangkan oleh lembaga Raspberry Pi di Inggris dengan tujuan untuk memicu pembelajaran ilmu komputer di sekolah dasar. Raspberry Pi diluncurkan pertama kali pada 29 Februari 2012. Raspberry Pi memiliki 2 model A dan model B. Perbedaan model A dan B terletak pada memory yang digunakan. Model A menggunakan memory 256 MB dan model B 512 MB. Selain itu model B juga sudah dilengkapi dengan ethernet port (kartu jaringan) yang tidak terdapat di model A. Ada beberapa sistem operasi luar biasa yang bisa digunakan di Raspberry pi, yaitu Linux Debian, Arch Linux ARM, Raspbmc, OpenELEC, dan Android.

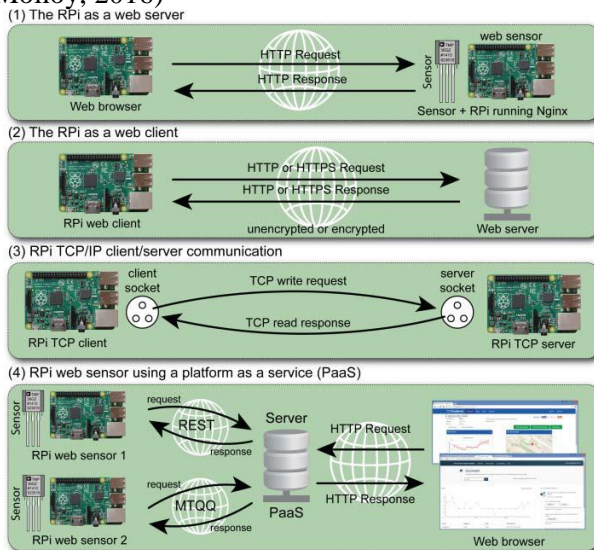


Gambar 2.3 Raspberry Pi 3 Model B (Molloy, 2016)

Raspberry Pi diletakkan untuk integrasi perangkat lunak *high-level* dan *low-level* perangkat elektronik dalam segala jenis projek. Seperti membangun sebuah sistem manajemen rumah otomatis, robot, tampilan multimedia, *Internet of Things* (IoT), Raspberry Pi memiliki kemampuan pemrosesan untuk melakukan apapun yang dapat dibayangkan dengan perangkat yang terhubung. Keuntungan utama menggunakan Raspberry Pi dapat memanfaatkan OS Linux untuk membuat suatu program. Selain itu Raspberry Pi ini dapat terhubung dengan internet. OS Linux tidak

didesain untuk proses yang *real-time*. Seperti menggunakan sensor yang presisi pembacaannya 1 juta data setiap detik. Jika sampel waktu presisi diambil dan kernel masih sibuk dengan *task* yang berbeda maka sistem akan terganggu.

Setiap arsitektur memiliki perbedaan struktur dan dapat digunakan pada aplikasi komunikasi yang berbeda. Ada empat aplikasi komunikasi yaitu antara Raspberry Pi dengan *web server*, Raspberry Pi dengan *web client*, Raspberry Pi dengan *TCP client/server*, dan Raspberry Pi dengan web sensor menggunakan PaaS (Molloy, 2016)



Gambar 2.4 Skema dari Raspberry Pi

2.5 Bahasa Pemrograman *Python*

Pada awalnya, motivasi pembuatan bahasa pemrograman ini adalah untuk bahasa skrip tingkat tinggi pada sistem operasi terdistribusi Amoeba. Bahasa pemrograman ini menjadi umum digunakan untuk kalangan engineer seluruh dunia dalam pembuatan perangkat lunaknya, bahkan beberapa perusahaan menggunakan python sebagai pembuat perangkat lunak komersial. Python merupakan bahasa pemrograman yang freeware atau perangkat bebas dalam arti sebenarnya, tidak ada batasan dalam

penyalinannya atau mendistribusikannya. Lengkap dengan source codenya, debugger dan profiler, antarmuka yang terkandung di dalamnya untuk pelayanan antarmuka, fungsi sistem, GUI (antarmuka pengguna grafis), dan basis datanya.

Sisi utama yang membedakan python dengan bahasa lain adalah dalam hal aturan penulisan kode program. Bagi para programmer di luar python siap-siap dibingungkan dengan aturan indentasi, tipe data, tuple, dan dictionary. Python memiliki kelebihan tersendiri dibandingkan dengan bahasa lain terutama dalam hal penanganan modul, ini yang membuat beberapa programmer menyukai python. Selain itu python merupakan salah satu produk yang opensource, free, dan multiplatform.

Python dapat digunakan untuk berbagai keperluan pengembangan perangkat lunak dan dapat berjalan di berbagai macam sistem operasi karena sifatnya yang multiplatform. Pada kebanyakan sistem operasi linux, bahasa pemrograman ini menjadi standarisasi untuk disertakan dalam paket distribusinya. Seperti halnya bahasa pemrograman dinamis, python seringkali digunakan sebagai bahasa skrip. Saat ini kode python dapat dijalankan pada sistem berbasis Linux/Unix, Windows, Mac OS X, OS/2, Amiga, Palm, Symbian (untuk produk-produk Nokia).

Python didistribusikan dengan beberapa lisensi yang berbeda dari beberapa versi. Lihat sejarahnya di python Copyright. Namun pada prinsipnya python dapat diperoleh dan dipergunakan secara bebas, bahkan untuk kepentingan komersial. Lisensi python tidak bertentangan baik menurut definisi open source maupun General Public License (GPL) (Triasanti, 2017).

2.6 Sistem Operasi Debian

Debian adalah sistem operasi *free* untuk sebuah komputer. Sistem operasi adalah sekumpulan program-program dasar dan berbagai utilitas yang diperlukan komputer anda untuk bisa bekerja. Debian menggunakan kernel Linux dimana menyediakan lebih dari sebuah sistem operasi murni. Debian datang dengan perangkat lunak yang telah terkompilasi dipaketkan dalam format yang bagus untuk kemudahan instalasi di mesin.

Sebagian besar alat dasar yang mengisi sistem operasi berasal dari GNU *Project* yang juga gratis. Tentu saja hal ini yang diinginkan yaitu perangkat lunak aplikasi program untuk membantu mendapatkan sesuatu, mulai dari mengedit dokumen, menjalankan bisnis hingga bermain game. Debian hadir dengan lebih dari 43.000 paket atau perangkat lunak yang dikompilasi yang digabungkan dalam format yang bagus untuk kemudahan pemasangan di komputer, manajer paket (APT), dan utilitas lainnya yang memungkinkan pengelolaan ribuan paket untuk ribuan komputer dengan mudah. Seperti memasang satu aplikasi yang semuanya gratis (Debian, 2017).



Gambar 2.5 Logo Debian (Debian, 2017)

Ada beberapa versi Debian dari tahun-ke-tahun. Pengambilan nama untuk tiap versi pada debian seperti pada tokoh di Toy Story. Linux Debian sendiri saat ini sudah mencapai versi 8 dengan nama sandi Jessie, rilis resmi distro linux debian pertama kali versi 1.1 yang diberi nama sandi Buzz. Rilis Distro Linux Debian bisa dikatakan tidak teratur seperti rilis Ubuntu yang bisa rilis setiap 2 kali dalam setahun pada bulan April dan September. Distro Debian juga dikenal dengan kestabilannya walaupun memiliki kekurangan yakni paket yang digunakan oleh debian bisa terbilang paket lama. Karena setiap paket yang akan dimasukkan kedalam repository harus lolos uji kestabilan sistem terlebih dahulu.

Pada umumnya sistem operasi linux memiliki desktop environment yang menjadi standar instalasi, pada distro linux debian menggunakan GNOME untuk keluaran sebelum debian 7 Wheezy. Pada rilis terbaru ini mulai dari Debian Wheezy telah

menggunakan GNOME 3 dan GNOME Shell sebagai Desktop Environment default. Tidak terpaku pada satu desktop environment saja, bisa juga memilih untuk menggunakan yang lainnya seperti KDE yang terkenal dengan keindahannya dan lebih familiar untuk pengguna yang sudah terbiasa dengan sistem operasi Windows, XFCE dan LXDE jika lebih mengutamakan kecepatan system dan lebih hemat sumber daya cocok juga untuk komputer lama.

Debian 8 Jessie resmi dirilis pada 25 April 2015 dan menggunakan kernel 3.16, padahal saat ini kernel linux sudah ada yang versi 4.2.2, jika dilihat dari versi kernel yang digunakan nampaknya jadul sekali ya. Itulah sifat dari debian, mereka tidak akan merilis sebuah sistem yang belum “matang” karena mementingkan kesetabilan dibandingkan dengan mengejar jadwal rilis. Karena itu juga distro ini tidak memiliki jadwal rilis seperti distro linux lainnya.

Pengguna Distro Linux Debian 8 Jessie akan mendapatkan dukungan teknis selama 5 tahun kedepan dari Debian *security* tema dan Debian *long term support*. Menggunakan standar init system baru yang disebut dengan *systemd*. Pada *systemd* memiliki fitur yang memungkinkan untuk mempercepat waktu *booting*, mengisolasi bagian dari service dan init system yang lama yakni *sysvinit* juga masih tersedia jika dibutuhkan (Kartono, 2015).

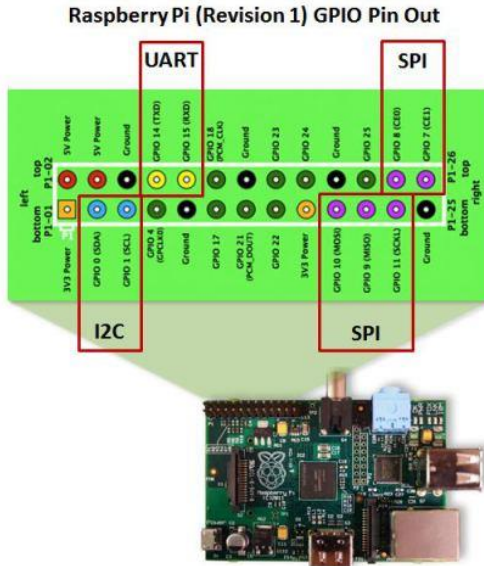
2.7 Mikrokontroler ATmega128

Merupakan salah satu varian dari mikrokontroler AVR 8-bit. Beberapa fitur yang dimiliki adalah memiliki beberapa memory yang bersifat non-volatile, yaitu 128 Kbytes of In-System Self-Programmable Flash program memory (128) Kbytes memory flash untuk pemrograman), 4 Kbytes memori EEPROM, 4 Kbytes memori internal SRAM, write/erase cycles : 10.000 flash/ 100.000 EEPROM (program dalam mikrokontroler dapat diisi dan dihapus berulang kali sampai 10.000 kali untuk flash memori atau 100.000 kali untuk penyimpanan program/data di EEPROM). Selain memori, fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler atmega128 ini adalah pada perangkat peripheral interface-nya, yaitu memiliki 2 buah 8-bit timer / counter, 2 buah expand 16-bit timer / counter,

RTC (Real Time Counter) dengan oscillator yang terpisah, 2 buah 8-bit chanel PWM, 6 PWM chanel dengan resolusi pemrograman dari 2 sampai 16 bits, output compare modulator, 8-chanel 10-bit ADC, 2 buah TWI (Two Wire Interface), 2 buah serial USARTs, master / slave SPI serial interface, Programmable Watchdog Timer dengan On-chip Oscillator, On-chip analog comparator, dan memiliki 53 programmable I/O. Sedangkan untuk pengoperasiannya sendiri, Mikrokontroler ATmega128 dapat dioperasikan pada catuan 4.5 – 5.5 V untuk ATmega128 dengan clock speed 0 – 16 MHz.

2.8 Komunikasi Serial

Komunikasi serial adalah pengiriman data secara serial atau data dikirim satu persatu secara berurutan. Keunggulan dari komunikasi serial adalah lebih murah dan dapat digunakan untuk menghubungkan dua perangkat yang jauh. Agar komunikasi serial berjalan dengan baik, data byte harus diubah ke dalam bit-bit serial menggunakan peralatan yang disebut shift register parallel-in serial-out, kemudian data dikirimkan hanya dengan satu jalur saja. Pada penerimaan bit-bit serial yang diterimanya diubah menjadi data byte yang sama seperti data semula pada pengirim, dengan menggunakan shift register serial-in parallel-out (Suyadi, 2012). Komunikasi serial sering digunakan untuk mengirim data melalui dua board yang berbeda ataupun sama. Sebagai contohnya pengiriman data string dari Raspberry Pi ke Arduino ataupun dari Arduino ke AVR board. Komunikasi serial ini tidak lepas dari penggunaan pin TX RX. Kebanyakan board sudah dilengkapi fasilitas tersebut.



Gambar 2.6 Port Pada Raspberry Pi

TX merupakan singkatan dari Transmitter (pengirim), sedangkan RX merupakan singkatan dari Receiver (penerima). Semisal terdapat contoh kasus, Arduino akan mengirim data yang telah diperoleh dari sensor. Data-data sensor tersebut akan diproses dan dimonitoring didalam Raspberry Pi. Pengiriman dari Arduino ke Raspberry Pi ini menggunakan komunikasi serial. Maka yang harus dilakukan adalah pin TX pada Arduino disambungkan ke pin RX pada Raspberry Pi, karena Arduino merupakan pengirim data dan Raspberry Pi merupakan penerima (Ulinnuha, 2016).

2.9 Database

Database adalah kumpulan data yang disimpan secara sistematis di dalam komputer yang dapat diolah atau dimanipulasi menggunakan perangkat lunak untuk menghasilkan informasi. Pendefinisian basis data meliputi spesifikasi berupa tipe data, struktur data dan juga batasan-batasan pada data yang akan

disimpan. Basis data merupakan aspek yang sangat penting dalam sistem informasi karena berfungsi sebagai gudang penyimpanan data yang akan diolah lebih lanjut. Basis data menjadi penting karena dapat mengorganisasi data, menghindari duplikasi data, menghindari hubungan antar data yang tidak jelas dan juga *update* yang rumit.

Proses memasukkan dan mengambil data ke dan dari media penyimpanan data memerlukan perangkat lunak yang disebut dengan sistem manajemen basis data DBMS (*database management system*). DBMS merupakan sistem perangkat lunak yang memungkinkan pengguna basis data (*database user*) untuk memelihara, mengontrol dan mengakses data secara praktis dan efisien. Dengan kata lain, semua akses ke basis data akan ditangani oleh DBMS. DBMS ini menjadi lapisan yang menghubungkan basis data dengan program aplikasi untuk memastikan bahwa basis data tetap terorganisasi secara konsisten dan dapat diakses dengan mudah.

Ada beberapa fungsi yang harus ditangani DBMS seperti mengolah pendefinisian data, menangani permintaan pengguna untuk mengakses data, memeriksa sekuriti dan integriti data yang didefinisikan oleh DBA (*Database Administrator*), menangani kegagalan dalam pengaksesan data yang disebabkan oleh kerusakan sistem maupun media penyimpanan dan juga menangani unjuk kerja semua fungsi secara efisien. Tujuan utama DBMS adalah untuk memberikan tinjauan abstrak data kepada pengguna. Jadi sistem menyembunyikan informasi tentang bagaimana data disimpan, dipelihara dan juga bisa diakses secara efisien. Pertimbangan efisien di sini adalah rancangan struktur data yang kompleks tetapi masih bisa digunakan oleh pengguna awam tanpa mengetahui kompleksitas strukturnya (Termasmedia, 2012).

2.10 Android

Android adalah software untuk perangkat mobile yang mencakup sistem operasi, middleware dan aplikasi kunci. Pengembangan aplikasi pada platform Android menggunakan bahasa pemrograman Java. Serangkaian aplikasi inti Android antara lain klien email, program SMS, kalender, peta, browser, kontak, dan lain-lain. Dengan menyediakan sebuah platform pengembangan yang terbuka, pengembang Android menawarkan kemampuan untuk membangun aplikasi yang sangat kaya dan inovatif. Pengembang bebas untuk mengambil keuntungan dari perangkat keras, akses informasi lokasi, menjalankan background services, mengatur alarm, tambahkan pemberitahuan ke status bar, dan banyak lagi. Android bergantung pada versi Linux 2.6 untuk layanan sistem inti seperti keamanan, manajemen memori, manajemen proses, network stack, dan model driver. Kernel juga bertindak sebagai lapisan abstraksi antara hardware dan seluruh software stack.

Android adalah sistem operasi untuk telepon seluler yang berbasis Linux. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang buat menciptakan aplikasi mereka sendiri untuk digunakan oleh bermacam peranti bergerak. Pada awalnya, Google Inc. membeli Android Inc., pendatang baru yang membuat peranti lunak untuk ponsel. Kemudian untuk mengembangkan Android, dibentuklah Open Handset Alliance, konsorsium dari 34 perusahaan peranti keras, peranti lunak, dan telekomunikasi, termasuk Google, HTC, Intel, Motorola, Qualcomm, T-Mobile, dan Nvidia.

Pada saat perilis perdana Android, 5 November 2007, Android bersama Open Handset Alliance menyatakan mendukung pengembangan standar terbuka pada perangkat seluler. Di lain pihak, Google merilis kode-kode Android di bawah lisensi Apache, sebuah lisensi perangkat lunak dan standar terbuka perangkat seluler. Di dunia ini terdapat dua jenis distributor sistem operasi Android. Pertama yang mendapat dukungan penuh dari Google atau google mail services (GMS) dan kedua adalah yang benar-benar bebas distribusinya tanpa dukungan langsung Google

atau dikenal sebagai open handset distribution (OHD) (UBAYA, 2010).

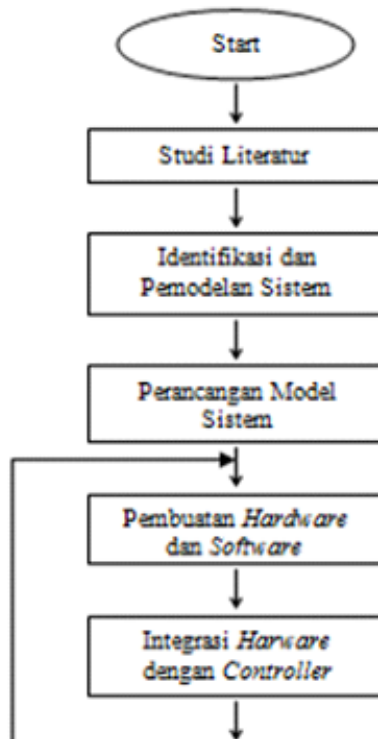


Gambar 2.7 Logo Android

Perkembangan dari Android dari awal hingga saat ini mencapai 21 kali. Dari versi Android 1.0 hingga Android 6.0 Marshmallow. Bahkan Android belakangan meluncurkan kembali versi Android terbaru, yaitu Android 7.0 Nougat. Dilihat dari penamaan versinya semuanya diambil dari nama makan dan diurutkan sesuai urutan alpab

BAB III METODOLOGI

Pada bab ini diuraikan langkah-langkah alur penelitian perancangan *solar charger controller maximum power point tracking* pada panel *photovoltaic* menggunakan kontrol logika fuzzy. Berikut diagram alir penelitian :





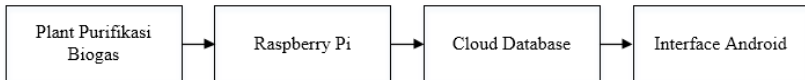
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian Tugas Akhir

3.1 Studi Literatur

Kegiatan ini dilakukan dengan mencari materi penunjang dari buku, jurnal dan artikel pada media cetak maupun online. Mencari dasar teori yang tepat dalam merancang alat, sistem kerja dari monitoring pada plant pemurnian garam sebagai upaya meningkatkan grade kualitas garam. Serta melakukan studi literatur yang berhubungan dengan *Internet of Things* (IoT) dan pembuatan aplikasi pada Android.

3.2 Identifikasi dan Pemodelan Sistem

Identifikasi dan pemodelan sistem dilakukan untuk mendapatkan pemodelan *hardware*, elektrik dan *software* untuk perancangan monitoring pada proses pemurnian biogas.



Gambar 3.2 Diagram Blok Monitoring Jarak Jauh

3.3 Perancangan Model Sistem

Dalam perencanaan alat pemurnian biogas untuk mereduksi kadar H_2S Dimensi dari plant purifikasi biogas adalah 98 cm x 58 cm.



Gambar 3.3 Plant Purifikasi Biogas

3.4 Pembuatan Hardware dan Software

Pembuatan hardware yang pertama kali dilakukan adalah membuat rangka dari besi dan tabung purifikasi berbahan acrylic. Plan ini terdiri dari kolom purifikasi, 2 tabung

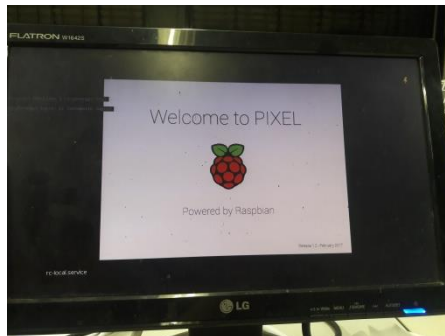
penyimpanan, 3 kompresor, pendingin dan bak air pendingin dan juga mikrokontroler yang tersambung dengan Raspberry Pi.



Gambar 3.4 ATmega128 dan Raspberry Pi

3.4.1 Pembuatan Software

Pada pembuatan *software* hal yang pertama kali dilakukan adalah *install* OS pada Raspberry Pi 3. OS yang digunakan untuk Raspberry Pi 3 ini adalah Raspbian Jessie 8.0. Raspbian Jessie 8.0 ini adalah versi terbaru dari Raspbian.



Gambar 3.5 OS Raspbian pada Raspberry Pi

Langkah selanjutnya adalah bagaimana menyambungkan antara Atmega128 dengan Raspberry Pi 3, serial komunikasi yang dilakukan menggunakan UART. Selanjutnya membuat database, IDHostinger dipakai untuk

menjadi database. Untuk menampilkan monitoring temperatur pada *smartphone* dibutuhkan aplikasi pendukung. Untuk itu dibuatlah aplikasi menggunakan Android Studio agar dapat memunculkan grafik yang dibaca dari sensor.

3.4.2 Integrasi *Hardware* dengan *Controller*

Integrasi ini dilakukan untuk dapat membuat sistem ini berjalan secara otomatis. Integrasi *hardware* dengan *controller* sebagai tujuan utama dalam sistem ini. Integrasi ini meliputi integrasi sensor dan aktuator. Dalam sistem monitoring jarak jauh, integrasi yang dilakukan adalah antara Raspberry Pi dengan Atmega128.

3.5 Uji Respon Sistem

Uji respon sistem dilakukan untuk mendapatkan respon dari Mikrokontroler yang digunakan. Dalam hal ini menggunakan ATmega128.

3.6 Menganalisis Data

Analisis data digunakan untuk menjawab dan menjelaskan permasalahan yang telah ditemui. Dalam sistem monitoring jarak jauh berbasis IoT ini perlu ada pembandingan antara data yang diambil dari Atmega128 dengan pengambilan data dari Raspberry Pi 3. Selain itu menjelaskan jika adanya eror dalam sistem.

3.7 Pengambilan Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan dilakukan setelah menganalisis data yang telah didapat. Kesimpulan tersebut akan diolah dan mendapat saran kedepannya agar sistem monitoring jarak jauh berbasis IoT ini dapat berkembang dan lebih baik lagi.

3.8 Prosedur Operasional

Untuk mengaktifkan mini plant pemurnian garam ini perlu diperhatikan tata cara operasionalnya, yaitu sebagai berikut :

- a) Pastikan semua wiring rangkaian sudah terpasang dengan benar dan baik. Pastikan tidak ada kebocoran pada masing-masing bagian plant termasuk tabung dan perpipaannya.
- b) Pastikan pemasangan sensor sudah dilakukan dengan baik dan benar
- c) Pastikan sambungan kabel yang terhubung dengan tegangan AC terhubung dengan benar, sesuai dan pastikan tidak ada kabel yang terkelupas.
- d) Pastikan apakah power supply untuk kontroller dan bagian-bagian lainnya telah terpasang dan terhubung dengan benar.
- e) Pastikan *smartphone* telah terhubung dengan aplikasi monitoring temperatur yang telah dibuat.
- f) Hubungkan kabel power ke listrik AC PLN.
- g) Lihat apakah ada sistem yang terjadi error. Jika terjadi error maka putuskan kabel dari listrik AC PLN dan lakukan *troubleshooting*.

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Rancang Bangun Alat

Alat rancang bangun sistem monitoring jarak jauh pada plant purifikasi biogas ini dapat memonitoring tanpa harus datang ke plant dan bisa di lihat di smartphone android dan data hasil monitoring dapat diambil melalui database yang telah dibuat.

4.2. Pengujian *Hardware* Monitoring Jarak Jauh

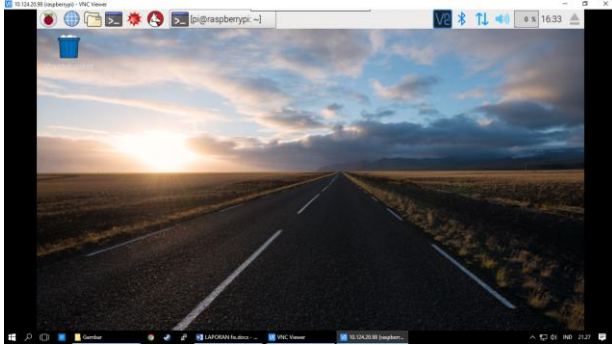
Pengujian hardware adalah untuk memastikan ATmega 128 dengan Raspberry terhubung dengan benar.



Gambar 4.1 Penggabungan ATmega dengan RaspberryPi

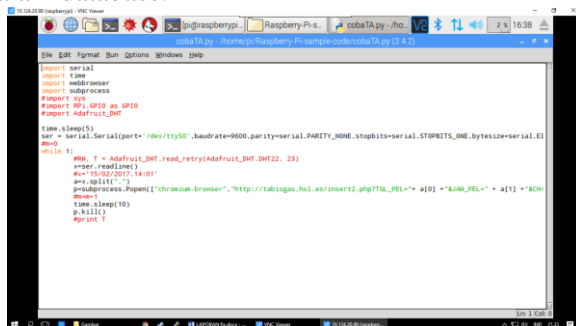
4.3. Pengujian Software Monitoring Jarak Jauh

Pengujian software bertujuan untuk mengetahui apakah software yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan. Dalam hal ini akan program di uji dengan cara menyambungkan ATmega128 dengan Raspberry Pi dengan menggunakan komunikasi serial (UART). Pengujian dilakukan dengan membuka software remote desktop bernama VNC Viewer.



Gambar 4.2 Tampilan Desktop Raspberry Pi di dalam software VNC Viewer

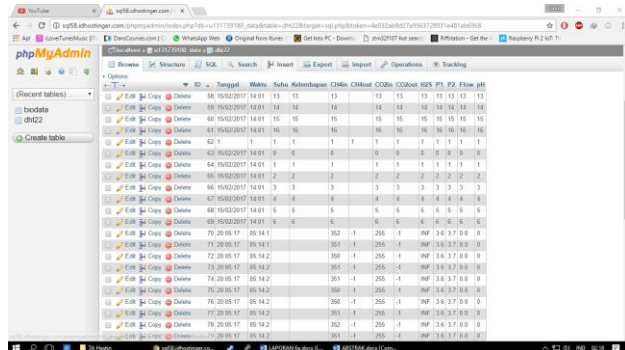
Software VNC viewer berfungsi untuk melakukan kontrol langsung terhadap Raspberry Pi. Di dalam Raspberry Pi terdapat program yang berfungsi sebagai penginput data dari pembacaan serial ke dalam database.



Gambar 4.3 Program untuk mengupload data dari serial ke database

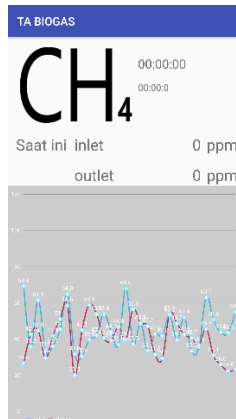
[illegible]

Data hasil dari pembacaan sensor akan masuk ke dalam database.

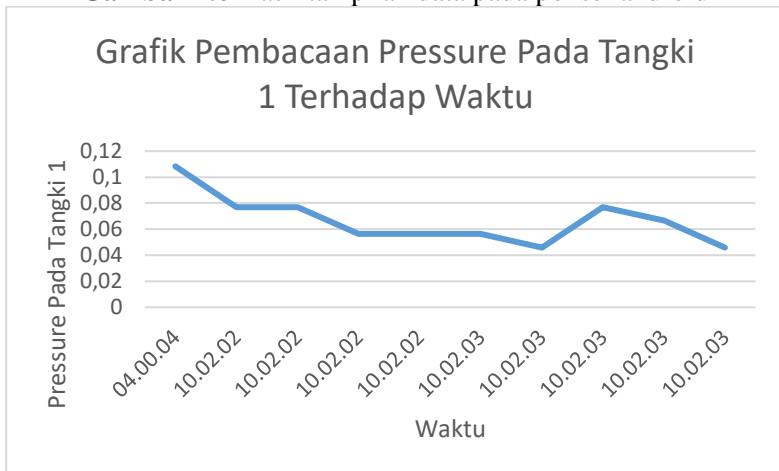


Database berfungsi sebagai tempat penyimpanan hasil dari pembacaan serial dari raspberry pi yang mana akhirnya data tersebut akan ditampilkan pada aplikasi android di smartphone.

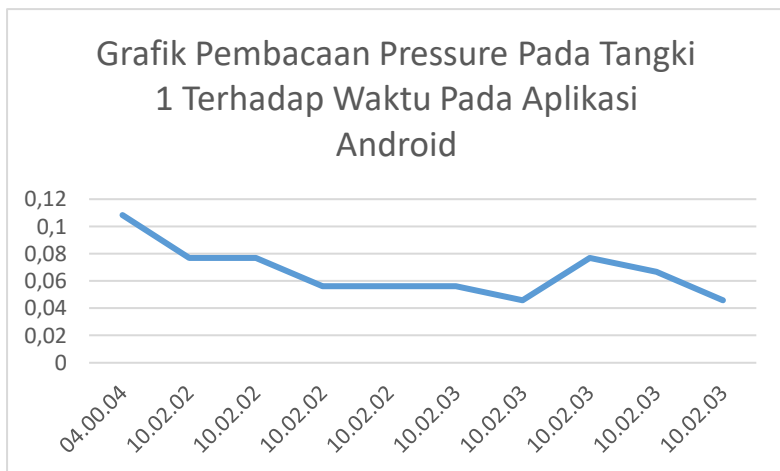
Agar data hasil dari pembacaan serial dapat ditampilkan maka dibutuhkan sebuah aplikasi android yang dipasang di smartphone.



Gambar 4.6 Hasil tampilan data pada ponsel android



Gambar 4.7 Grafik Pembacaan Pressure Pada Tangki 1 Terhadap Waktu Pada Plant



Gambar 4.8 Grafik Pembacaan Pressure Pada Tangki 1 Terhadap Waktu Pada Aplikasi Android

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa terdapat keterlambatan dalam pembacaan pada aplikasi android yang dikarenakan adanya *delay* yang terdapat pada program pembacaan serial pada *Raspberry Pi*. *Delay* yang terjadi pada pembacaan dapat dikarenakan

4.5 Karakteristik Statik Pembacaan *Humidity*

Tabel 4.3 Data Pengukuran *Humidity* Naik dan Turun

STD ($^{\circ}\text{C}$)	Pembacaan Alat		Hysteresis	Akurasi	Non Linearitas
	Hum. Naik	Hum. Turun			
20,7	20,85	21,16	0,0062	0,00724	0,0000
25,6	26,41	27,16	0,0151	0,03164	0,5065
30,5	31,31	32,31	0,0201	0,02655	0,3530

Tabel 4.3 Lanjutan

STD ($^{\circ}\text{C}$)	Pembacaan Alat		Hysteresis	Akurasi	Non Linearitas
	Hum. Naik	Hum. Turun			
35,7	36,98	37,92	0,0189	0,03585	0,6601
40,6	41,94	42,75	0,0163	0,03300	0,5666

45,8	46,82	46,77	-0,0010	0,02227	0,0837
55,5	57,66	57,43	-0,0046	0,03891	0,9198
60,4	61,77	62,21	0,0089	0,02268	-0,0237
65,5	66,74	68,09	0,0272	0,01893	-0,3135
68,9	70,56	71,38	0,0165	0,02409	0,0000

Setelah dilakukan perhitungan seperti yang sudah dilampirkan pada (Lampiran 1), maka didapatkan karakteristik statik dari perhitungan *temperature* seperti berikut ini :

Range : Humidity 20,8 – 70,56

Span : Temperature 49,71

Resolusi : 0,1°C

Sensitivitas (K) : 1,031327801

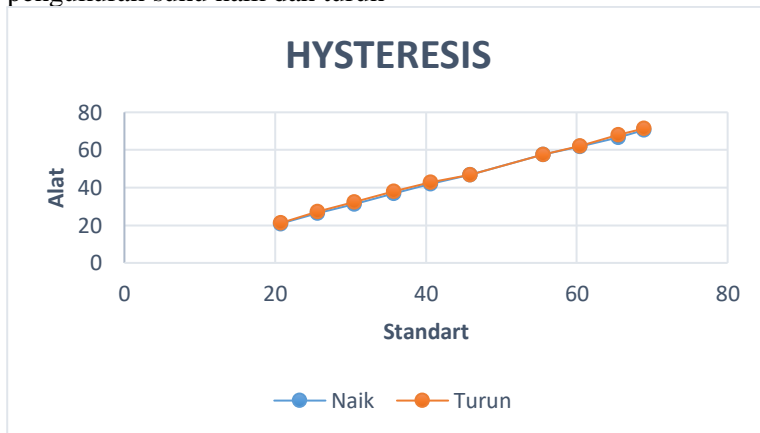
Non-Linieritas : 1,85 %

Histeresis : 0,054%

Akurasi : 96,68%

Kesalahan (*error*) : 3,31%

Dengan gambar 4.6. merupakan grafik Hysterisis dari hasil pengukuran suhu naik dan turun



Gambar 4.9 Grafik Hysterisis *Humidity*

4.6 Kalibrasi Pembacaan *Humidity*

Dari pengambilan data kalibrasi akan dicari nilai dari ketidakpastian alat uji dengan ketidakpastian alat standar yang ada. Berikut ini Tabel 4.5. merupakan hasil pengukuran kalibrasi untuk mencari nilai ketidakpastian alat ukur:

Tabel 4.4. Data kalibrasi *Temperature*

No	STD (⁰ C)	Rata- Rata Pemb. Alat	Koreksi (Y)	Y reg	Residu (R)	Square Residual (SR)
1	20,7	20,85	0,305	1,490	-1,186	1,406
2	25,6	26,41	1,185	2,745	-1,560	2,435
3	30,5	31,31	1,31	2,745	-1,435	2,060
4	35,7	36,98	1,75	2,745	-0,995	0,991
5	40,6	41,94	1,745	2,745	-1,0005	1,0009
6	45,8	46,82	0,995	2,745	-1,750	3,064
7	55,5	57,66	2,045	2,745	-0,7005	0,490
8	60,4	61,77	1,59	2,745	-1,155	1,335
9	65,5	66,74	1,915	2,745	-0,830	0,689
10	68,9	70,56	2,07	2,745	-0,675	0,456
Jumlah	449,2	464,11	14,91	26,20	-11,290	13,93
Rata - Rata	44,92	46,411	1,491	2,620	-1,1290	1,393

- Nilai ketidakpastian Tipe A

$$UA1 = \frac{1,1077504}{10}$$

$$UA1 = 0,350301$$

$$U_{A2} = \sqrt{\frac{13,93058}{10 - 2}}$$

$$U_{A2} = 1,319591755$$

- Analisa ketidakpastian tipe B

$$U_{B1} = \frac{1}{2} \frac{\text{resolusi}}{\sqrt{3}}$$

$$U_{B1} = 0,028867513$$

$$U_{B2} = \frac{a}{k}$$

$$U_{B2} = \frac{0,05}{2,23}$$

$$U_{B2} = 2,24E - 02$$

➤ Nilai ketidakpastian kombinasi Uc

$$U_c = \sqrt{U_{A1}^2 + U_{A2}^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2}$$

$$U_c = \sqrt{0,122711 + 1,741322 + 0,000833 + 70,000562}$$

$$U_c = 1,36578533$$

➤ Nilai V_{eff}

Selanjutnya ditentukan nilai V_{eff} , dengan persamaan sebagai berikut :

$$V_{eff} = \frac{3,479823026}{\frac{0,015058}{9} + \frac{3,032204}{9} + \frac{0,0000006,94}{50} + \frac{0,0000003,15}{50}}$$

$$V_{eff} = 10,27690885$$

Hasil dari nilai V_{eff} digunakan untuk menentukan nilai faktor cakupan k pada tabel T-student. Berdasarkan nilai $V_{eff} = 10,27690885$ dan dengan tingkat kepercayaan 96 % maka didapat nilai k sebesar 2,23. Dan didapat nilai ketidakpastian sebagai berikut :

$$U_{exp} = k \cdot u_c$$

$$U_{exp} = 2,23 \cdot 1,36578533$$

$$U_{exp} = 3,045701286$$

4.7 Pembahasan

Setelah dilakukan pengujian pada ATMEga128 dengan raspberry Pi dan diambil sampel 675 data ternyata data yang ditampilkan pada LCD di plant pemurnian biogas sama dengan yang yang ditampilkan pada aplikasi android. Hal itu bisa terjadi karena raspberry menerima data serial hasil pembacaan pada mikrokontroler ATMEga128 dan didapat[akan *delay* sebesar 8

detik antara data yang ditampilkan pada aplikasi android dengan data di plant. Setelah itu data yang sudah diterima oleh raspberry pi di upload ke dalam sebuah database sehingga aplikasi dapat menampilkan data yang sama dengan yang ditampilkan pada LCD.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari data hasil pengujian *software* didapat kesimpulan bahwa melakukan sebuah monitoring jarak jauh sangat memungkinkan untuk dilakukan karena berdasarkan hasil pengujian *software* komunikasi data serial antara ATMega128 dengan Raspberry Pi berhasil dan tidak menemui *data loss* sehingga data yang ditampilkan pada aplikasi smartphone sama persis dengan yang ditampilkan pada data hasil dari pembacaan ATMega128.

5.2 Saran

Penelitian ini masih jauh dari sempurna, masih butuh pengembangan-pengembangan ke depan agar mendapatkan hasil yang lebih baik. Saran untuk pengembangan penelitian ini antara lain:

- Metode pemrograman sangat diperlukan untuk mencapai hasil yang baik sesuai dengan parameter yang telah dirancang dan diinginkan sebelumnya.
- Dalam perancangan sebuah *plant* yang memiliki sistem yang komunikasi jarak jauh diperlukan peralatan dan komponen yang bagus dengan spesifikasi yang mendukung untuk mengurangi kesalahan atau *error* dalam proses berjalannya *plant* yang telah dibangun.
- Dalam perancangan dan pengerjaan *plant* oleh sebuah kelompok diperlukan komunikasi yang baik antar anggota kelompok untuk memperkecil kesalahan atau kegagalan dalam pengerjaan alat atau *plant* sudah dirancang. Karena jika ada kekurangan dalam pembangunan suatu *plant*, dapat mengurangi keterandalan suatu *plant* dan *plant* tidak akan berjalan dengan sepenuhnya sesuai dengan fungsi-fungsi yang diinginkan atau bahkan *plant* tidak akan berfungsi sama sekali.
- *Troubleshooting* harus dilakukan setelah *plant* hampir mendekati *final* atau terselesaikan. Karena jika *troubleshooting* tidak dilakukan pada saat proses

pembangunan *plant* akan lebih mempersulit perancang dan pembangun *plant* ketika pada saat proses atau sistem suatu *plant* tersebut sedang beroperasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashton, K. (2009). That "Internet of Things". *RFID Journal*, 97-114.
- Baru, J. (2015, November 9). *Pengenalan Android Studio*. Diambil kembali dari Jadi Baru: <http://www.jadibaru.com>
- Dani. (2017). *IDHostinger Hosting Gratis dan Hosting Murah Terbaik Indonesia*. Diambil kembali dari Tips Dani: <http://tipsdani.com>
- Debian. (2016, Juli 5). *About Debian*. Diambil kembali dari Debian: <https://www.debian.org>
- Hosting, B. (2017). *About Raspbian*. Diambil kembali dari Raspbian: <https://www.raspbian.org>
- ID Cloud Host. (2017). *Mari Mengetahui Apa itu Internet of Things (IoT)*. Diambil kembali dari ID Cloud Host: <https://idcloudhost.com>
- Kartono, E. (2015, Oktober 2). *Mengenal Distro Linux Debian 8 Jessie*. Diambil kembali dari Komputer Blogekstra: <http://komputer.blogekstra.com>
- Kurniawan, D. (2015, Juli 20). *Fungsi Port Port Pada ATmega 8535, ATmega 8, AT89s51*. Diambil kembali dari Ignatius: <http://ignatius.ilearning.me>
- Molloy, D. (2016). *Exploring Raspberry Pi*. Indiana: John Wiley & Sons, Inc.
- Nadiar. (2013). *Cara Membuat Blog WordPress Gratis Self Hosting di IdHostinger*. Diambil kembali dari Pabelog: <https://arsip.pabelog.com>
- Riyadi, G. (2016, November 24). *Cara Menggunakan PuTTY, Panduan Sederhana untuk Pemula!* Diambil kembali dari Gege Riyadi: <https://gegeriyadi.com>
- Sibro, M. (2016). *Pengertian Fungsi Manfaat SSH (Secure Shell)*. Diambil kembali dari Si Bro 21: <http://www.sibro21.org>
- Suyadi. (2012). *Komunikasi Serial dan Port Serial*. Surakarta: Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Termasmedia, A. (2012, September 6). *Pengertian Database*. Diambil kembali dari TermasMedia: <http://www.termasmedia.com>

Triasanti, D. (2017, Juni 6). *Konsep Dasar Python*. Diambil kembali dari <http://andriyani.staff.gunadarma.ac.id>

UBAYA, U. S. (2010, September 2). *Android: Sistem Operasi Pada Smartphone*. Diambil kembali dari UBAYA Universitas Surabaya: <http://www.ubaya.ac.id>







Ulinnuha, M. A. (2016, September 5). *Mengirim dan Menerima Data Melalui Serial UART (TX RX) Raspberry Pi*. Diambil kembali dari Blog Ulindev: <http://blog.ulindev.com>

Up To Down. (2017). *VNC Viewer*. Diambil kembali dari Up to Down: <http://vnc-viewer.id.uptodown.com>

Wondershare. (2017). *Terbaik 6 Mac Apps Remote dengan mudah mengendalikan Mac Anda dari Android*. Diambil kembali dari Wondershare: <http://id.wondershare.com>

LAMPIRAN

1. Spesifikasi Raspberry Pi3

 Raspberry Pi 3, Pi 2, B+, A+ Board Comparison Chart 				
	 Raspberry Pi 3 Model B	 Raspberry Pi 2 Model B	 Raspberry Pi Model B+	 Raspberry Pi Model A+
Ethernet Port	Yes	Yes	Yes	No
GPU	Videocore IV	Videocore IV	Videocore IV	Videocore IV
Processor Speed	QUAD Core @1.2 GHz	QUAD Core @900 MHz	Single Core @700 MHz	Single Core @700 MHz
WiFi	Built in	No	No	No
Bluetooth LE	Built in	No	No	No
Storage	MicroSD	MicroSD	MicroSD	MicroSD
Processor Chipset	Broadcom BCM2837 64Bit Quad Core Processor powered Single Board Computer running at 1.2GHz	Broadcom BCM2836 32Bit Quad Core Processor powered Single Board Computer running at 900MHz	Broadcom BCM2835 32Bit SoC full HD multimedia applications processor	Broadcom BCM2835 32Bit SoC full HD multimedia applications processor
RAM	1GB SDRAM @ 400 MHz	1GB SDRAM @ 400 MHz	512 MB SDRAM @ 400 MHz	256 MB SDRAM @ 400 MHz
GPIO	40 pin	40 pin	40 pin	40 pin
USB 2.0	4x USB Ports	4x USB Ports	4x USB Ports	1x USB Port
Max Power Draw/Voltage	2.5A @ 5V	1.8A @ 5V	1.8A @ 5V	1.8A @ 5V
www.element14.com/raspberrypi				

2. Datasheet Raspberry Pi3

DATASHEET



Raspberry Pi Compute Module (CM1)

Raspberry Pi Compute Module 3 (CM3)

Raspberry Pi Compute Module 3 Lite (CM3L)

Version 1.0, October 2016

Copyright 2016 Raspberry Pi (Trading) Ltd. All rights reserved.



2 Features

2.1 Hardware

- Low cost
- Low power
- High availability
- High reliability
 - Tested over millions of Raspberry Pis Produced to date
 - Module IO pins have 35u hard gold plating

2.2 Peripherals

- 48x GPIO
- 2x I2C
- 2x SPI
- 2x UART
- 2x SD/SDIO
- 1x HDMI 1.3a
- 1x USB2 HOST/OTG
- 1x DPI (Parallel RGB Display)
- 1x NAND interface (SMI)
- 1x 4-lane CSI Camera Interface (up to 1Gbps per lane)
- 1x 2-lane CSI Camera Interface (up to 1Gbps per lane)
- 1x 4-lane DSI Display Interface (up to 1Gbps per lane)
- 1x 2-lane DSI Display Interface (up to 1Gbps per lane)

2.3 Software

- ARMv6 (CM1) or ARMv7 (CM3, CM3L) Instruction Set
- Mature and stable Linux software stack
 - Latest Linux Kernel support
 - Many drivers upstreamed
 - Stable and well supported userland
 - Full availability of GPU functions using standard APIs



3 Block Diagram

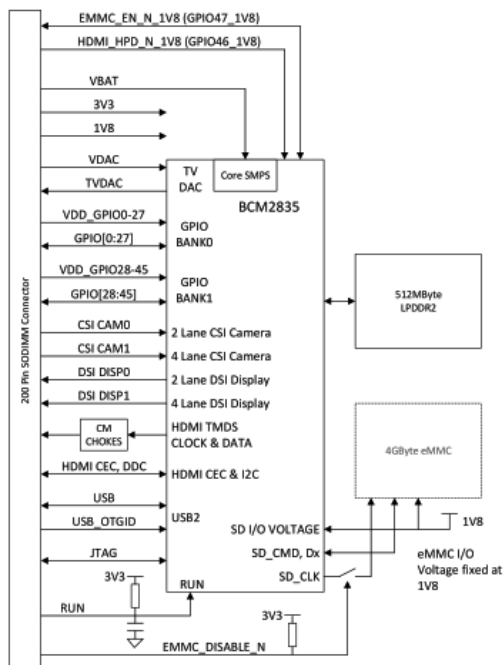


Figure 1: CM1 Block Diagram

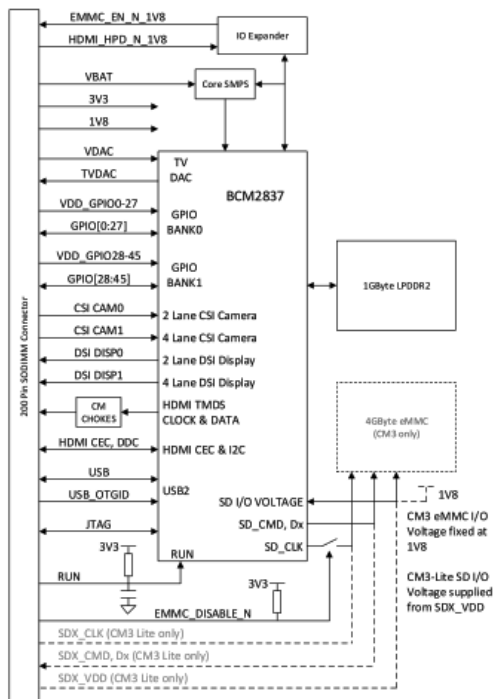


Figure 2: CM3/CM3L Block Diagram



4 Mechanical Specification

The Compute Modules conform to JEDEC MO-224 mechanical specification for 200 pin DDR2 (1.8V) SODIMM modules (with the exception that the CM3, CM3L modules are 31mm in height rather than 30mm of CM1) and therefore should work with the many DDR2 SODIMM sockets available on the market. **(Please note that the pinout of the Compute Module is not the same as a DDR2 SODIMM module; they are not electrically compatible.)**

The SODIMM form factor was chosen as a way to provide the 200 pin connections using a standard, readily available and low cost connector compatible with low cost PCB manufacture.

The maximum component height on the underside of the Compute Module is 1.2mm.

The maximum component height on the top side of the Compute Module is 1.5mm.

The Compute Module PCB thickness is 1.0mm +/- 0.1mm.

Note that the location and arrangement of components on the Compute Module may change slightly over time due to revisions for cost and manufacturing considerations; however, maximum component heights and PCB thickness will be kept as specified.

Figure 3 gives the CM1 mechanical dimensions. Figure 4 gives the CM3 and CM3L mechanical dimensions.

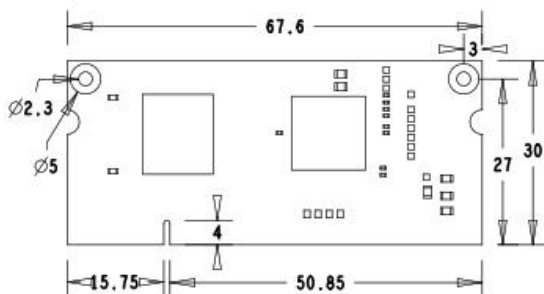


Figure 3: CM1 Mechanical Dimensions

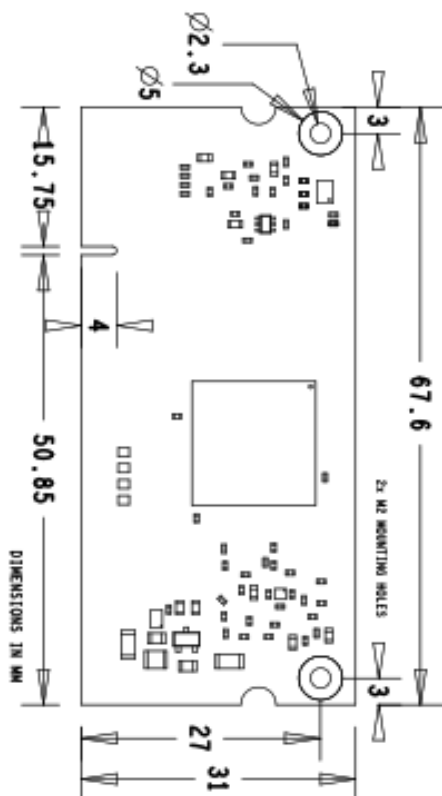


Figure 4: CM3 and CM3L Mechanical Dimensions

CM1	CM3-Lite	CM3	PIN	PIN	CM3	CM3-Lite	CM1
	GND		1	2	EMMC_DISABLE_N		
	GPIO0		3	4	NC	SDX_VDD	NC
	GPIO1		5	6	NC	SDX_VDD	NC
	GND		7	8	GND		NC
	GPIO2		9	10	NC	SDX_CLK	NC
	GPIO3		11	12	NC	SDX_CMD	NC
	GND		13	14	GND		NC
	GPIO4		15	16	NC	SDX_D0	NC
	GPIO5		17	18	NC	SDX_D1	NC
	GND		19	20	GND		NC
	GPIO6		21	22	NC	SDX_D2	NC
	GPIO7		23	24	NC	SDX_D3	NC
	GND		25	26	GND		
	GPIO8		27	28	GPIO28		
	GPIO9		29	30	GPIO29		
	GND		31	32	GND		
	GPIO10		33	34	GPIO30		
	GPIO11		35	36	GPIO31		
	GND		37	38	GND		
	GPIO0-27_VDD		39	40	GPIO0-27_VDD		
				KEY			
	GPIO28-45_VDD		41	42	GPIO28-45_VDD		
	GND		43	44	GND		
	GPIO12		45	46	GPIO32		
	GPIO13		47	48	GPIO33		
	GND		49	50	GND		
	GPIO14		51	52	GPIO34		
	GPIO15		53	54	GPIO35		
	GND		55	56	GND		
	GPIO16		57	58	GPIO36		
	GPIO17		59	60	GPIO37		
	GND		61	62	GND		
	GPIO18		63	64	GPIO38		
	GPIO19		65	66	GPIO39		
	GND		67	68	GND		
	GPIO20		69	70	GPIO40		

GPIO14	51	52	GPIO34
GPIO15	53	54	GPIO35
GND	55	56	GND
GPIO16	57	58	GPIO36
GPIO17	59	60	GPIO37
GND	61	62	GND
GPIO18	63	64	GPIO38
GPIO19	65	66	GPIO39
GND	67	68	GND
GPIO20	69	70	GPIO40
GPIO21	71	72	GPIO41
GND	73	74	GND
GPIO22	75	76	GPIO42
GPIO23	77	78	GPIO43
GND	79	80	GND
GPIO24	81	82	GPIO44
GPIO25	83	84	GPIO45
GND	85	86	GND
GPIO26	87	88	HDMI_HPD_N_1V8
GPIO27	89	90	EMMC_EN_N_1V8
GND	91	92	GND
DSIO_DN1	93	94	DSI1_DP0
DSIO_DP1	95	96	DSI1_DN0
GND	97	98	GND
DSIO_DN0	99	100	DSI1_CP
DSIO_DP0	101	102	DSI1_CN
GND	103	104	GND
DSIO_CN	105	106	DSI1_DP3
DSIO_CP	107	108	DSI1_DN3
GND	109	110	GND
HDMI_CLK_N	111	112	DSI1_DP2
HDMI_CLK_P	113	114	DSI1_DN2
GND	115	116	GND
HDMI_D0_N	117	118	DSI1_DP1
HDMI_D0_P	119	120	DSI1_DN1
GND	121	122	GND
HDMI_D1_N	123	124	NC
HDMI_D1_P	125	126	NC
GND	127	128	NC
HDMI_D2_N	129	130	NC
HDMI_D2_P	131	132	NC
GND	133	134	GND
CAM1_DP3	135	136	CAM0_DP0
CAM1_DN3	137	138	CAM0_DN0
GND	139	140	GND
CAM1_DP2	141	142	CAM0_CP
CAM1_DN2	143	144	CAM0_CN

Pin Name	DIR	Voltage Ref	PDN ^a State	If Unused	Description/Notes
RUN and Boot Control (see text for usage guide)					
RUN	I	3V3 ^b	Pull High	Leave open	Has internal 10k pull up
EMMC_DISABLE_N	I	3V3 ^b	Pull High	Leave open	Has internal 10k pull up
EMMC_EN.N.1V8	O	1V8	Pull High	Leave open	Has internal 2k2 pull up
GPIO					
GPIO[27:0]	I/O	GPIO0-27.VDD	Pull or Hi-Z ^c	Leave open	GPIO Bank 0
GPIO[45:28]	I/O	GPIO28-45.VDD	Pull or Hi-Z ^c	Leave open	GPIO Bank 1
Primary SD Interface^{d,e}					
SDX_CLK	O	SDX.VDD	Pull High	Leave open	Primary SD interface CLK
SDX_CMD	I/O	SDX.VDD	Pull High	Leave open	Primary SD interface CMD
SDX_Dx	I/O	SDX.VDD	Pull High	Leave open	Primary SD interface DATA
USB Interface					
USB_Dx	I/O	-	Z	Leave open	Serial interface
USB_OTGID	I	3V3		Tie to GND	OTG pin detect
HDMI Interface					
HDMI_SCL	I/O	3V3 ^b	Z ^f	Leave open	DDC Clock (5.5V tolerant)
HDMI_SDA	I/O	3V3 ^b	Z ^f	Leave open	DDC Data (5.5V tolerant)
HDMI_CEC	I/O	3V3	Z	Leave open	CEC (has internal 27k pull up)
HDMI_CLKx	O	-	Z	Leave open	HDMI serial clock
HDMI_Dx	O	-	Z	Leave open	HDMI serial data
HDMIHPD.N.1V8	I	1V8	Pull High	Leave open	HDMI hotplug detect
CAM0 (CSI0) 2-lane Interface					
CAM0_Cx	I	-	Z	Leave open	Serial clock
CAM0_Dx	I	-	Z	Leave open	Serial data
CAM1 (CSI1) 4-lane Interface					
CAM1_Cx	I	-	Z	Leave open	Serial clock
CAM1_Dx	I	-	Z	Leave open	Serial data
DSI0 (Display 0) 2-lane Interface					
DSI0_Cx	O	-	Z	Leave open	Serial clock
DSI0_Dx	O	-	Z	Leave open	Serial data
DSI1 (Display 1) 4-lane Interface					
DSI1_Cx	O	-	Z	Leave open	Serial clock
DSI1_Dx	O	-	Z	Leave open	Serial data
TV Out					
TVDAC	O	-	Z	Leave open	Composite video DAC output
JTAG Interface					
TMS	I	3V3	Z	Leave open	Has internal 50k pull up
TRST_N	I	3V3	Z	Leave open	Has internal 50k pull up
TCK	I	3V3	Z	Leave open	Has internal 50k pull up
TDI	I	3V3	Z	Leave open	Has internal 50k pull up
TDO	O	3V3	O	Leave open	Has internal 50k pull up

^a The PDN column indicates power-down state (when RUN pin LOW)

^b Must be driven by an open-collector driver

^c GPIO have software enabled pulls which keep state over power-down

^d Only available on Lite variants

^e The CM will always try to boot from this interface first

^f Requires external pull up resistor to 5V as per HDMI spec

Table 3: Pin Functions

6 Electrical Specification

Caution! Stresses above those listed in Table 4 may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only; functional operation of the device under these or any other conditions above those listed in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

Symbol	Parameter	Minimum	Maximum	Unit
VBAT	Core SMPS Supply	-0.5	6.0	V
3V3	3V3 Supply Voltage	-0.5	4.10	V
1V8	1V8 Supply Voltage	-0.5	2.10	V
VDAC	TV DAC Supply	-0.5	4.10	V
GPIO0-27_VDD	GPIO0-27 I/O Supply Voltage	-0.5	4.10	V
GPIO28-45_VDD	GPIO28-27 I/O Supply Voltage	-0.5	4.10	V
SDX_VDD	Primary SD/eMMC Supply Voltage	-0.5	4.10	V

Table 4: Absolute Maximum Ratings

DC Characteristics are defined in Table 5

Symbol	Parameter	Conditions	Minimum	Typical	Maximum	Unit
V_{IL}	Input low voltage ^a	VDD_IO = 1.8V VDD_IO = 2.7V	- -	- -	0.6 0.8	V V
V_{IH}	Input high voltage ^a	VDD_IO = 1.8V VDD_IO = 2.7V	1.0 1.3	- -	- -	V V
I_{IL}	Input leakage current	TA = +85°C	-	-	5	μA
C_{IN}	Input capacitance	-	-	5	-	pF
V_{OL}	Output low voltage ^b	VDD_IO = 1.8V, IOL = -2mA VDD_IO = 2.7V, IOL = -2mA	- -	- -	0.2 0.15	V V
V_{OH}	Output high voltage ^b	VDD_IO = 1.8V, IOH = 2mA VDD_IO = 2.7V, IOH = 2mA	1.6 2.5	- -	- -	V V
I_{OL}	Output low current ^c	VDD_IO = 1.8V, VO = 0.4V VDD_IO = 2.7V, VO = 0.4V	12 17	- -	- -	mA mA
I_{OH}	Output high current ^c	VDD_IO = 1.8V, VO = 1.4V VDD_IO = 2.7V, VO = 2.3V	10 16	- -	- -	mA mA
R_{PU}	Pullup resistor	-	50	-	65	kΩ
R_{PD}	Pulldown resistor	-	50	-	65	kΩ

^a Hysteresis enabled

^b Default drive strength (8mA)

^c Maximum drive strength (16mA)

Table 5: DC Characteristics

AC Characteristics are defined in Table 6 and Fig. 5.

Pin Name	Symbol	Parameter	Minimum	Typical	Maximum	Unit
Digital outputs	t_{rise}	10-90% rise time ^a	-	1.6	-	ns
Digital outputs	t_{fall}	90-10% fall time ^a	-	1.7	-	ns
GPCLK	t_{JOSC}	Oscillator-derived GPCLK cycle-cycle jitter (RMS)	-	-	20	ps
GPCLK	t_{JPLL}	PLL-derived GPCLK cycle-cycle jitter (RMS)	-	-	48	ps

^a Default drive strength, CL = 5pF, VDD.IOx = 3.3V

Table 6: Digital I/O Pin AC Characteristics



Figure 5: Digital IO Characteristics

7 Power Supplies

The Compute Module has six separate supplies that must be present and powered at all times; you cannot leave any of them unpowered, even if a specific interface or GPIO bank is unused. The six supplies are as follows:

1. VBAT is used to power the BCM283x processor core. It feeds the SMPS that generates the chip core voltage.
2. 3V3 powers various BCM283x PHYs, IO and the eMMC Flash.
3. 1V8 powers various BCM283x PHYs, IO and SDRAM.
4. VDAC powers the composite (TV-out) DAC.
5. GPIO0-27_VREF powers the GPIO 0-27 IO bank.
6. GPIO28-45_VREF powers the GPIO 28-45 IO bank.

Supply	Description	Minimum	Typical	Maximum	Unit
VBAT	Core SMPS Supply	2.5	-	5.0 + 5%	V
3V3	3V3 Supply Voltage	3.3 - 5%	3.3	3.3 + 5%	V
1V8	1V8 Supply Voltage	1.8 - 5%	1.8	1.8 + 5%	V
VDAC	TV DAC Supply ^a	2.5 - 5%	2.8	3.3 + 5%	V
GPIO0-27_VDD	GPIO0-27 I/O Supply Voltage	1.8 - 5%	-	3.3 + 5%	V
GPIO28-45_VDD	GPIO28-27 I/O Supply Voltage	1.8 - 5%	-	3.3 + 5%	V
SDX_VDD	Primary SD/eMMC Supply Voltage	1.8 - 5%	-	3.3 + 5%	V

^a Requires a clean 2.5-2.8V supply if TV DAC is used, else connect to 3V3

Table 7: Power Supply Operating Ranges

7.1 Supply Sequencing

Supplies should be staggered so that the highest voltage comes up first, then the remaining voltages in descending order. This is to avoid forward biasing internal (on-chip) diodes between supplies, and causing latch-up. Alternatively supplies can be synchronised to come up at exactly the same time as long as at no point a lower voltage supply rail voltage exceeds a higher voltage supply rail voltage.

7.2 Power Requirements

Exact power requirements will be heavily dependent upon the individual use case. If an on-chip subsystem is unused, it is usually in a low power state or completely turned off. For instance, if your application does not use 3D graphics then a large part of the core digital logic will never turn on and need power. This is also the case for camera and display interfaces, HDMI, USB interfaces, video encoders and decoders, and so on.

Powerchain design is critical for stable and reliable operation of the Compute Module. We strongly recommend that designers spend time measuring and verifying power requirements for their particular use case and application, as well as paying careful attention to power supply sequencing and maximum supply voltage tolerance.

Table 8 specifies the recommended minimum power supply outputs required to power the Compute Module.

Supply	Minimum Requirement	Unit
VBAT (CM1)	2000 ^a	mW
VBAT (CM3,3L)	3500 ^a	mW
3V3	250	mA
1V8	250	mA
VDAC	25	mA
GPIO0-27_VDD	50 ^b	mA
GPIO28-45_VDD	50 ^b	mA
SDX_VDD	50 ^b	mA

^a Recommended minimum. Actual power drawn is very dependent on use-case

^b Each GPIO can supply up to 16mA, aggregate current per bank must not exceed 50mA

Table 8: Minimum Power Supply Requirements

8 Booting

The 4GB eMMC Flash device on CM3 is directly connected to the primary BCM2837 SD/eMMC interface. These connections are not accessible on the module pins. On CM3L this SD interface is available on the SDX_ pins.

When initially powered on, or after the RUN pin has been held low and then released, the BCM2837 will try to access the primary SD/eMMC interface. It will then look for a file called bootcode.bin on the primary partition (which must be FAT) to start booting the system. If it cannot access the SD/eMMC device or the boot code cannot be found, it will fall back to waiting for boot code to be written to it over USB; in other words, its USB port is in slave mode waiting to accept boot code from a suitable host.

A USB boot tool is [available on Github](#) which allows a host PC running Linux to write the BCM2837 boot code over USB to the module. That boot code then runs and provides access to the SD/eMMC as a USB mass storage device, which can then be read and written using the host PC. Note that a Raspberry Pi can be used as the host machine. For those using Windows a precompiled and packaged tool is available. For more information see [here](#).

The Compute Module has a pin called EMMC_DISABLE_N which when shorted to GND will disable the SD/eMMC interface (by physically disconnecting the SD.CMD pin), forcing BCM2837 to boot from USB. Note that when the eMMC is disabled in this way, it takes a couple of seconds from powering up for the processor to stop attempting to talk to the SD/eMMC device and fall back to booting from USB.

Note that once booted over USB, BCM2837 needs to re-enable the SD/eMMC device (by releasing EMMC_DISABLE_N) to allow access to it as mass storage. It expects to be able to do this by driving the EMMC_EN_N_1V8 pin LOW, which at boot is initially an input with a pull up to 1V8. If an end user wishes to add the ability to access the SD/eMMC over USB in their product, similar circuitry to that used on the Compute Module IO Board to enable/disable the USB boot and SD/eMMC must be used; that is, EMMC_DISABLE_N pulled low via MOSFET(s) and released again by MOSFET, with the gate controlled by EMMC_EN_N_1V8. Ensure you use MOSFETs suitable for switching at 1.8V (i.e. use a device with gate threshold voltage, V_t , suitable for 1.8V switching).

9 Peripherals

9.1 GPIO

BCM283x has in total 54 GPIO lines in 3 separate voltage banks. All GPIO pins have at least two alternative functions within the SoC. When not used for the alternate peripheral function, each GPIO pin may be set as an input (optionally as an interrupt) or an output. The alternate functions are usually peripheral I/Os, and most peripherals appear twice to allow flexibility on the choice of I/O voltage.

On CM1, CM3 and CM3L, bank2 is used on the module to connect to the eMMC device and, on CM3 and CM3L, for an on-board I2C bus (to talk to the core SMPS and control the special function pins). On CM3L most of bank 2 is exposed to allow a user to connect their choice of SD card or eMMC device (if required).

Bank0 and 1 GPIOs are available for general use. GPIO0 to GPIO27 are bank 0 and GPIO28-45 make up bank1. GPIO0-27.VDD is the power supply for bank0 and GPIO28-45.VDD is the power supply for bank1. SDX_VDD is the supply for bank2 on CM3L. These supplies can be in the range 1.8V-3.3V (see Table 7) and are not optional; each bank must be powered, even when none of the GPIOs for that bank are used.

Note that the HDMI.HPD.N.1V8 and EMMC.EN.N.1V8 pins (on CM1 these were called GPIO46.1V8 and GPIO47.1V8 respectively) are 1.8V IO and are used for special functions (HDMI hot plug detect and boot control respectively). Please do not use these pins for any other purpose, as the software for the Compute Module will always expect these pins to have these special functions. If they are unused please leave them unconnected.

All GPIOs except GPIO28, 29, 44 and 45 have weak in-pad pull-ups or pull-downs enabled when the device is powered on. It is recommended to add off-chip pulls to GPIO28, 29, 44 and 45 to make sure they never float during power on and initial boot.

9.1.1 GPIO Alternate Functions

GPIO	Default Pull	ALT0	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5
0	High	SDA0	SA5	PCLK	-	-	-
1	High	SCL0	SA4	DE	-	-	-
2	High	SDA1	SA3	LCD_VSYNC	-	-	-
3	High	SCL1	SA2	LCD_HSYNC	-	-	-
4	High	GPCLK0	SA1	DPLD0	-	-	ARM_TDI
5	High	GPCLK1	SA0	DPLD1	-	-	ARM_TDO
6	High	GPCLK2	SOE_N	DPLD2	-	-	ARM_RTCK
7	High	SPI0_CE1_N	SWE_N	DPLD3	-	-	-
8	High	SPI0_CE0_N	SD0	DPLD4	-	-	-
9	Low	SPI0_MISO	SD1	DPLD5	-	-	-
10	Low	SPI0_MOSI	SD2	DPLD6	-	-	-
11	Low	SPI0_SCLK	SD3	DPLD7	-	-	-
12	Low	PWM0	SD4	DPLD8	-	-	ARM_TMS
13	Low	PWM1	SD5	DPLD9	-	-	ARM_TCK
14	Low	TXD0	SD6	DPLD10	-	-	TXD1
15	Low	RXD0	SD7	DPLD11	-	-	RXD1
16	Low	FL0	SD8	DPLD12	CTS0	SPI1_CE2_N	CTS1
17	Low	FL1	SD9	DPLD13	RTS0	SPI1_CE1_N	RTS1
18	Low	PCM_CLK	SD10	DPLD14	-	SPI1_CE0_N	PWM0
19	Low	PCM_FS	SD11	DPLD15	-	SPI1_MISO	PWM1
20	Low	PCM_DIN	SD12	DPLD16	-	SPI1_MOSI	GPCLK0
21	Low	PCM_DOUT	SD13	DPLD17	-	SPI1_SCLK	GPCLK1
22	Low	SD0_CLK	SD14	DPLD18	SD1_CLK	ARM_TRST	-
23	Low	SD0_CMD	SD15	DPLD19	SD1_CMD	ARM_RTCK	-
24	Low	SD0_DAT0	SD16	DPLD20	SD1_DAT0	ARM_TDO	-
25	Low	SD0_DAT1	SD17	DPLD21	SD1_DAT1	ARM_TCK	-
26	Low	SD0_DAT2	TE0	DPLD22	SD1_DAT2	ARM_TDI	-
27	Low	SD0_DAT3	TE1	DPLD23	SD1_DAT3	ARM_TMS	-

Table 9: GPIO Bank0 Alternate Functions

GPIO	Default Pull	ALT0	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5
28	None	SDA0	SA5	PCM_CLK	FL0	-	-
29	None	SCL0	SA4	PCM_FS	FL1	-	-
30	Low	TE0	SA3	PCM_DIN	CTS0	-	CTS1
31	Low	FL0	SA2	PCM_DOUT	RTS0	-	RTS1
32	Low	GPCLK0	SA1	RING_OCLK	TXD0	-	TXD1
33	Low	FL1	SA0	TE1	RXD0	-	RXD1
34	High	GPCLK0	SOE_N	TE2	SD1_CLK	-	-
35	High	SPI0_CE1_N	SWE_N	-	SD1_CMD	-	-
36	High	SPI0_CE0_N	SD0	TXD0	SD1_DAT0	-	-
37	Low	SPI0_MISO	SD1	RXD0	SD1_DAT1	-	-
38	Low	SPI0_MOSI	SD2	RTS0	SD1_DAT2	-	-
39	Low	SPI0_SCLK	SD3	CTS0	SD1_DAT3	-	-
40	Low	PWM0	SD4	-	SD1_DAT4	SPI2_MISO	TXD1
41	Low	PWM1	SD5	TE0	SD1_DAT5	SPI2_MOSI	RXD1
42	Low	GPCLK1	SD6	TE1	SD1_DAT6	SPI2_SCLK	RTS1
43	Low	GPCLK2	SD7	TE2	SD1_DAT7	SPI2_CE0_N	CTS1
44	None	GPCLK1	SDA0	SDA1	TE0	SPI2_CE1_N	-
45	None	PWM1	SCL0	SCL1	TE1	SPI2_CE2_N	-

Table 10: GPIO Bank1 Alternate Functions

Table 9 and Table 10 detail the default pin pull state and available alternate GPIO functions. Most of these alternate peripheral functions are described in detail in the [Broadcom Peripherals Specification document](#) and have Linux drivers available.

9.1.2 Secondary Memory Interface (SMI)

The SMI peripheral is an asynchronous NAND type bus supporting Intel mode80 type transfers at 8 or 16 bit widths and available in the ALT1 positions on GPIO banks 0 and 1 (see Table 9 and Table 10). It is not publicly documented in the Broadcom Peripherals Specification but a Linux driver is available in the [Raspberry Pi Github Linux repository](#) (bcm2835_smi.c in linux/drivers/misc).

9.1.3 Display Parallel Interface (DPI)

A standard parallel RGB (DPI) interface is available on bank 0 GPIOs. This up-to-24-bit parallel interface can support a secondary display. Again this interface is not documented in the Broadcom Peripherals Specification but documentation can be found [here](#).

9.1.4 SD/SDIO Interface

The BCM283x supports two SD card interfaces, SD0 and SD1.

The first (SD0) is a proprietary Broadcom controller that does not support SDIO and is the primary interface used to boot and talk to the eMMC or SDX_x signals.

The second interface (SD1) is standards compliant and can interface to SD, SDIO and eMMC devices; for example on a Raspberry Pi 3 it is used to talk to the on-board BCM43438 WiFi device in SDIO mode.

Both interfaces can support speeds up to 50MHz single ended (SD High Speed Mode).

9.2 CSI (MIPI Serial Camera)

Currently the CSI interface is not openly documented and only CSI camera sensors supported by the official Raspberry Pi firmware will work with this interface. Supported sensors are the OmniVision OV5647 and Sony IMX219.

It is recommended to attach other cameras via USB.

9.3 DSI (MIPI Serial Display)

Currently the DSI interface is not openly documented and only DSI displays supported by the official Raspberry Pi firmware will work with this interface.

Displays can also be added via the parallel DPI interface which is available as a GPIO alternate function - see Table 8 and Section 9.1.3

9.4 USB

The BCM283x USB port is On-The-Go (OTG) capable. If using either as a fixed slave or fixed master, please tie the USB_OTGID pin to ground.

The USB port (Pins USB_DP and USB_DM) must be routed as 90 ohm differential PCB traces.

Note that the port is capable of being used as a true OTG port however there is no official documentation. [Some users have had success making this work](#)

9.5 HDMI

BCM283x supports HDMI V1.3a.

It is recommended that users follow a similar arrangement to the Compute Module IO Board circuitry for HDMI output.

The HDMI CK_P/N (clock) and D0-D2_P/N (data) pins must each be routed as matched length 100 ohm differential PCB traces. It is also important to make sure that each differential pair is closely phase matched. Finally, keep HDMI traces well away from other noise sources and as short as possible.

Failure to observe these design rules is likely to result in EMC failure.

9.6 Composite (TV Out)

The TVDAC pin can be used to output composite video (PAL or NTSC). Please route this signal away from noise sources and use a 75 ohm PCB trace.

Note that the TV DAC is powered from the VDAC supply which must be a clean supply of 2.5-2.8V. It is recommended users generate this supply from 3V3 using a low noise LDO.

If the TVDAC output is not used VDAC can be connected to 3V3, but it must be powered even if the TV-out functionality is unused.

10 Thermals

The BCM283x SoC employs DVFS (Dynamic Voltage and Frequency Scaling) on the core voltage. When the processor is idle (low CPU utilisation), it will reduce the core frequency and voltage to reduce current draw and heat output. When the core utilisation exceeds a certain threshold the core voltage is increased and the core frequency is boosted to the maximum working frequency. The voltage and frequency are throttled back when the CPU load reduces back to an 'idle' level OR when the silicon temperature as measured by the on-chip temperature sensor exceeds 85C (thermal throttling).

A designer must pay careful attention to the thermal design of products using the CM3/CM3L so that performance is not artificially curtailed due to the processor thermal throttling, as the Quad ARM complex in the BCM2837 can generate significant heat output.

10.1 Temperature Range

The operating temperature range of the module is set by the lowest maximum and highest minimum of any of the components used.

The eMMC and LPDDR2 have the narrowest range, these are rated for -25 to +80 degrees Celsius. Therefore the nominal range for the CM3 and CM3L is -25C to +80C.

However, this range is the maximum for the silicon die; therefore, users would have to take into account the heat generated when in use and make sure this does not cause the temperature to exceed 80 degrees Celsius.

11 Availability

Raspberry Pi guarantee availability of CM1, CM3 and CM3 Lite until at least January 2023.

12 Support

For support please see the hardware documentation section of the [Raspberry Pi website](#) and post questions to the [Raspberry Pi forum](#).

3. Source Code Pembacaan Data Serial

```
import serial
import time
import webbrowser
import subprocess

time.sleep(5)

ser =
serial.Serial(port='/dev/ttyS0',baudrate=9600,parity=serial.PARITY_NONE,stopbits=serial.STOPBITS_ONE,bytesize=serial.EIGHTBITS,timeout=1)

while 1:

    x=ser.readline()

    a=x.split(",")

    p=subprocess.Popen(["chromium-browser", "http://tabiogas.hol.es/insert2.php?TGL_PEL="+ a[0]
   +"&JAM_PEL=" + a[1] + "&CH4IN_PEL=" + a[2]
   +"&CH4OUT_PEL=" + a[3] + "&CO2IN_PEL=" + a[6] +
    "&CO2OUT_PEL=" + a[7] + "&H2S_PEL=" + a[9] +
    "&P1_PEL=" + a[10] + "&P2_PEL=" + a[11] +
    "&FLOW_PEL=" + a[8] + "&PH_PEL=0"]])

    time.sleep(10)

    p.kill()
```


BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Kabupaten Jombang pada tanggal 26 Oktober 1995 dari ayah yang bernama Gatot Irianto dan Ibu bernama Luluk Harianah. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Saat ini penulis tinggal di Dusun Dempok RT.03 RW.04 Desa Sidomulyo Kec. Megaluh Kab. Jombang. Pada tahun 2008, penulis menyelesaikan pendidikannya di SDIT Al-Ummah. Kemudian pada tahun 2011, telah menyelesaikan pendidikan tingkat menengah pertama di SMPN 2

Jombang. Tahun 2014 berhasil menyelesaikan pendidikan tingkat menengah atas di MAN 1 Jombang dan melanjutkan studi di Departemen Teknik Instrumentasi FV-ITS. Pada bulan Juli 2017 penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “**Rancang Bangun Sistem Monitoring Jarak Jauh pada Plant Purifikasi Biogas Berbasis *Internet Of Things***”. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran, atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini maka dapat menghubungi penulis melalui email okkeboyke@gmail.com.

